



35.C15069

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
: Examiner: Not Yet Assigned  
TAKAHIRO YAJIMA, ET AL. )  
: Group Art Unit: 1762  
Application No.: 09/769,328 )  
:   
Filed: January 26, 2001 )  
:   
For: DEPOSITED-FILM FORMATION )  
: APPARATUS, AND )  
: DEPOSITED-FILM FORMATION )  
: PROCESS ) April 25, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the  
International Convention and all rights to which they are  
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following  
Japanese Priority Applications:

021663/2000 (Pat.), filed January 31, 2000; and  
014446/2001 (Pat.), filed January 23, 2001.

Certified copies of the priority documents are  
enclosed.

TECHNOLOGY CENTER 1700

APR 30 2001

RECEIVED

41762

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

  
Attorney for Applicants

Registration No. 29,767

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

NY\_MAIN 164704 v 1

CFO 15069 US/  
4/shi



日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 1月31日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-021663

出 願 人  
Applicant (s):

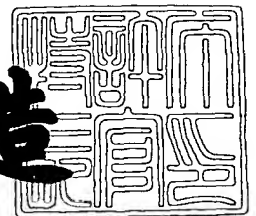
キヤノン株式会社

RECEIVED  
APR 30 2001  
TECHNOLOGY CENTER 1700

2001年 2月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3010899

【書類名】 特許願

【整理番号】 3932107

【提出日】 平成12年 1月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明の名称】 堆積膜形成装置および堆積膜形成方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 矢島 孝博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 穴戸 健志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 金井 正博

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 堆積膜形成装置および堆積膜形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成装置において、

前記基板が可撓性を有し、前記基板の湾曲に合わせて、前記基板と前記電力印加電極の距離が所望の値になるように前記電力印加電極の放電空間側表面に凹凸を設けたことを特徴とする堆積膜形成装置。

【請求項 2】 真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成装置において、

前記電力印加電極が、複数枚の板もしくは複数本の柱状部材を前記基板に対して垂直に立てて束ねた構造体であることを特徴とする堆積膜形成装置。

【請求項 3】 前記基板が可撓性を有し、前記電力印加電極は、前記電力印加電極を構成する各板もしくは各柱状部材を前記基板の表面に接するよう押し付けて、前記基板の湾曲形状を前記電力印加電極の表面に転写したものであることを特徴とする請求項 2 に記載の堆積膜形成装置。

【請求項 4】 前記電極印加電極の前記基板と反対側に、前記電力印加電極を構成する各板もしくは各柱状部材を前記基板の表面に接するよう押し付ける手段が備えられていることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の堆積膜形成装置。

【請求項 5】 真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成方法において、

真空室内を堆積膜を形成する条件とし、前記基板に対して垂直に立てた複数枚の板もしくは複数本の柱状部材を束ねて構成した電力印加電極を、前記基板の表面

に接するように押し付けて、前記基板の湾曲形状を前記電力印加電極の表面に転写し、前記電力印加電極を前記基板の表面から引き離れた後にプラズマを発生させて堆積膜を形成することを特徴とする堆積膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、真空室内で電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される反応ガスを分解し、基板上に薄膜を形成させる装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光起電力を利用した電子デバイスの代表的なものとしては、例えば太陽電池が知られている。太陽電池は、太陽エネルギーあるいはその他の光エネルギーを電気エネルギーに変換するものであり、クリーンなエネルギー源として、今後のエネルギー対策の一環として注目されている。

【0003】

アモルファス半導体、例えばアモルファスシリコンは薄膜化、大面積化が可能であり、組成の自由度も大きく、電氣的並びに光学的特性を広い範囲で制御できることから、最近各種デバイスの材料として利用されている。特にアモルファスシリコンは、太陽光のエネルギー分布のピーク近傍に対する吸収係数が結晶シリコンよりも大きく、さらには形成温度が低く、かつ原料ガスからグロー放電により基板に直接成膜できるなどの特徴をもつことから太陽電池材料として注目されている。

【0004】

今後の新エネルギー対策の一環として重要視されている太陽電池において、低価格化、高性能化が当面の重大な研究、開発の課題となっているが、低価格化を実現する太陽電池材料として、薄膜化が容易なアモルファスシリコンが注目されている。これまで、性能的にはかなり高い変換効率のものが得られるようになってきたが、低価格化の面ではまだ充分でない。その理由として、成膜速度が遅い

ことが挙げられる。グロー放電分解法で作製する p-i-n 型アモルファスシリコン太陽電池は、従来 i 型層は 0.1~2 ㎎/sec の低速で成膜していたので、厚さ 4000 ㎎/sec の i 型膜を成膜し終えるのに、30 分から 2 時間近くの時間を要していた。アモルファスシリコンの高速成膜を行う方法としては、100%  $\text{SiH}_4$  ガスや 100%  $\text{Si}_2\text{H}_6$  ガスを用いる試みがなされている。また、電力印加電極と電極となりうる基板との間の距離を縮めることによって、成膜速度を増加させることが可能であることが特公平 5-56850 号公報に開示されている。

## 【0005】

また、アモルファスシリコン太陽電池の量産性を向上させる方法として、特開平 6-23243 号公報に開示されているようなロール・ツゥー・ロール (Roll To Roll) 方式がある。この方式は、複数のアモルファスシリコンを成膜する放電室と、それら放電室を接続しながらも放電室内の雰囲気と分離するために設けられたガスゲートを貫通する帯状基板で構成され、アモルファスシリコンなどの機能性薄膜を帯状基板に連続的に堆積させ、順次巻き上げる方式であり、量産性に優れている。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、Roll To Roll 方式では、薄い板状の基板をテンションをかけて保持しているだけで、基板ホルダーなどに固定していないために、湾曲や反りにより変形してしまう。また、良質なアモルファスシリコンを成膜するためには、100℃以上の高温に基板を加熱する必要があり、可撓性の基板を用いた場合、基板は熱によりさらに変形してしまう。

## 【0007】

電極－基板間距離が大きい場合には、帯状基板の変形は放電空間において相対的に小さいため、得られる薄膜の成膜速度に与える影響は小さいが、前述したようにアモルファスシリコンの成膜速度を増加させるために電極－基板間距離を縮めた場合、基板の小さな変形でも電極－基板間距離に差が生じてしまい、得られる薄膜の成膜速度分布に与える影響は大きくなる。

## 【0008】



テンションにより湾曲した帯状基板を用いた場合、基板の搬送方向あるいはガス流れ方向に対して垂直方向（基板の幅方向とする）で、放電空間の断面積が一定でなくなり、ガスが大量に流れる部分と少量流れる部分が生じ、成膜速度の基板幅方向のむらを発生させていた。

#### 【 0 0 0 9 】

このように、電極－基板間距離を小さくしていくと、帯状基板の湾曲によって、基板幅方向に膜厚が均一な薄膜を得ることは困難となっていた。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点に鑑み、Roll To Roll方式の堆積膜形成装置において、成膜速度を高めるために電極－基板間距離を縮めても、基板幅方向に膜厚が均一な薄膜を得ることができる堆積膜形成装置および堆積膜形成方法を提供することにある。

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために本発明は、真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成装置において、前記基板が可撓性を有し、前記基板の湾曲に合わせて、前記基板と前記電力印加電極の距離が所望の値になるように前記電力印加電極の放電空間側表面に凹凸を設けたことを特徴とする。

#### 【 0 0 1 2 】

また別の発明は、真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成装置において、前記電力印加電極が、複数枚の板もしくは複数本の柱状部材を前記基板に対して垂直に立てて束ねた構造体であることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 3 】

この場合、前記基板が可撓性を有し、前記電力印加電極は、前記電力印加電極を構成する各板もしくは各柱状部材を前記基板の表面に接するよう押し付けて、

前記基板の湾曲形状を前記電力印加電極の表面に転写したものである。

【 0 0 1 4 】

さらに、前記電極印加電極の前記基板と反対側に、前記電力印加電極を構成する各板もしくは各柱状部材を前記基板の表面に接するよう押し付ける手段が備えられていることが考えられる。

【 0 0 1 5 】

また本発明は、真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成方法において、真空室内を堆積膜を形成する条件とし、前記基板に対して垂直に立てた複数枚の板もしくは複数本の柱状部材を束ねて構成した電力印加電極を、前記基板の表面に接するよう押し付けて、前記基板の湾曲形状を前記電力印加電極の表面に転写し、前記電力印加電極を前記基板の表面から引き離した後にプラズマを発生させて堆積膜を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

(作用)

上記のと通りの構成の発明では、電力印加電極とこれに対向する基板との間にプラズマを発生させるRoll To Roll方式の堆積膜形成装置において、Roll To Roll方式の基板搬送の際のテンションをかけた事による基板の湾曲に、電力印加電極の放電空間側の表面形状を合わせる事により、電極－基板間距離がほぼ一定に保たれる。そのため、成膜速度を増加させるために電力印加電極とこれに対向する基板との間の距離を縮めた場合でも、基板幅方向の成膜速度のむらが小さくなり、基板幅方向におけるガス流れの乱れも小さくなるので、基板幅方向に膜厚が均一な薄膜を得ることが可能となる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 1 8 】

本発明の堆積膜形成装置として、図 1 に示すような平行平板容量結合型の堆積

膜形成装置の形態が挙げられる。図 1 は本発明の実施の形態による堆積膜形成装置の概略断面図を示している。この図で示す装置は、ガスゲート 1 0 3 で隣接する他の真空容器と結合された長方体の真空容器 1 0 2 と、該真空容器 1 0 2 の内部に設けられた放電室 1 0 5 と、ガスゲート 1 0 3 を貫通して放電室 1 0 5 に導入された帯状基板 1 0 1 とで構成される。ガスゲート 1 0 3 に、ゲートガス導入管 1 1 7 を介して  $H_2$  や  $He$  などのガスを導入することで、隣り合う真空容器内の雰囲気ガスや圧力を分離することが可能である。

## 【 0 0 1 9 】

真空容器 1 0 2 の内部に設けられた放電室 1 0 5 は、該放電室の一面が開口部となった中空の直方体形状であり、前記開口部が帯状基板 1 0 1 に近接して設けられている。帯状基板 1 0 1 は、放電室 1 0 5 の中に導入された後、ランプヒーター 1 1 3 で加熱され、熱電対 1 1 4 を用いて温度調節される。放電室 1 0 5 内には、平行平板型の電力印加電極 1 0 6 が設けられており、不図示の高周波電源から電力を供給され、放電室内にてプラズマを生起させることができる。

## 【 0 0 2 0 】

原料ガスは不図示のガス供給源から、真空容器 1 0 5 の壁を貫通した原料ガス導入管 1 0 7 により放電室 1 0 5 内に導入され、ブロックヒーター 1 0 9 により加熱される。放電室 1 0 5 には原料ガスを排気するための排気管 1 0 8 が設けられており、原料ガスは帯状基板 1 0 1 の搬送方向に対して平行に流れ、放電室 1 0 5 の電力印加電極 1 0 6 の上を流れた後、排気管 1 0 8 で放電室外、さらに真空容器外へと排気される。真空容器内のガスゲートガスや原料ガスの一部は排気管 1 0 8 の一部に設けられた放電室外部排気口 1 1 0 から排気される。

## 【 0 0 2 1 】

また、原料ガスの吹き出し部近傍では、未分解ガスがプラズマ中に多く存在するために、膜厚の不均一さや膜質低下などが起こる。排気口部近傍においても、プラズマの乱れに起因する膜質低下が少なからず存在する。特にロール・トゥー・ロール方式の装置ではそれらガス吹き出し部近傍および排気口部近傍における膜堆積が、例えば太陽電池の特性に大きな影響を与える  $n/i$  界面および  $p/i$  界面を形成するため、それらの成膜領域を覆うために、図 1 に示すようにガス吹き

出し部および排気口部にプラズマを遮断する開口調整板 1 1 1 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

なお、本明細書の中では、電力を印加する電極あるいは基板と対向した電極を電力印加電極と称しているが、この電力印加電極に、直流電力から、5 k H z から 5 0 0 k H z までの低周波、5 0 0 k H z から 3 0 M H z までの高周波あるいは 3 0 M H z から 5 0 0 M H z までの V H F などの電力を印加することで、それぞれ、直流プラズマ、低周波プラズマ、高周波プラズマ、V H F プラズマを発生させることができ、ガスなどを分解し、半導体などの薄膜を基板に堆積させるものである。

【 0 0 2 3 】

基板は、可撓性を有するものであって、基板ホルダーに取付けられた基板であってもよく、またコイルに巻いた長尺の帯状基板であってもよい。帯状基板は、高分子フィルムなどの可撓性絶縁体に導電性薄膜を形成したものでも、ステンレスなどの可撓性導電性基板であってもよい。長尺の帯状基板では、巻かれたコイルが大きく重くならないために基板の厚さは薄いことが要求されるが、そのためにテンションや熱などによって基板が変形し易くなり、本発明の効果に期するところが多い。

【 0 0 2 4 】

電力印加電極と基板間の距離は成膜速度を増加するために、5 0 m m 以下であるが、安定性が高いプラズマを生起するためには 5 m m 以上が望ましい。より好ましくは、1 0 m m 以上 3 0 m m 以下の範囲である。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の電力印加電極や基板を模式的に表現した形態を図 2 ～図 4 に示す。なお、図 8 に従来からの一般的な装置の例を示す。

【 0 0 2 6 】

電力印加電極は、図 2 に示すように基板の形状に合わせた凹凸を電力印加電極の放電空間側側面に設けたものや、図 3 に示すように複数枚の板を重ねて束ね、基板に軽く押し付けて基板の凹凸を表面に写し取ることができるものでも、いず

れであってもよい。また、電力印加電極は複数枚の板の代わりに複数本の柱状部材などを束ねて構成してもよい。

#### 【0027】

また、図4に示すように電力印加電極の下に、電極を持ち上げるための昇降装置を付加してもよく、複数のガス導入管からガスを導入し、袋を膨張させるようなガス圧袋が好ましい。なお、材質は絶縁性と耐熱性を有することが望ましい。電極を持ち上げて、電極表面に基板のたわみを転写した後、所望の電極－基板間距離に設定するために、ガス圧袋のガスを抜くことなどで電極を下げる。また、堆積膜形成装置には真空状態において電極－基板間距離を把握する覗き窓を設けてもよく、あるいは、真空状態もしくは堆積膜の形成条件で、平坦な基板と表面が平坦な状態の電極との静電容量を、予め測定しておき、その値を参照することで電極－基板間距離を把握してもよい。

#### 【0028】

以下に、本発明の電力印加電極や基板の形状について実施例を挙げてさらに詳述する。但し、図1に示した本発明の適用装置例における構成部品と同じ部品については図1と同じ符号を用いて説明する。

#### 【0029】

##### (実施例1)

図2に、本発明の実施例1として用いた電力印加電極および基板の模式的な断面図を示す。この図は基板の搬送方向あるいはガス流れに対して、垂直に切断した断面図である。本実施例では、予め測定した基板101の撓み（湾曲）に合わせて電力印加電極201の厚さを部分的に変えることで、電極－基板間距離が所望の値（一定値）になるようにしている。言い換えれば、基板の幅方向で放電空間の断面積が一定になるようにしている。ロール・トゥ・ロール方式での基板搬送のために、テンション（張り）をかけることで基板は図2のように撓む。基板を搬送することで、定点測定における基板の撓み量も変化することになるが、基板の撓みをレーザー式変位センサで測定したところ、搬送速度によらず、基板の撓み量の変化（振れ）は±2mmの範囲にあることを確認した。なお、基板の撓み量はレーザー式変位センサーの他、超音波式変位センサー、渦電流式変位セン

サー、接触型変位センサーなどで測定できる。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示した電力印加電極 2 0 1 を、図 1 における電力印加電極 1 0 6 の部分に適用し、 $\text{SiH}_4$  ガスと  $\text{H}_2$  ガスの混合ガスを放電室 1 0 5 内に流し、周波数 13.56MHz の高周波電力を電力印加電極 2 0 1 に印加し、プラズマを生起し、帯状基板 1 0 1 を静止したままアモルファスシリコン薄膜を 5 分間形成した。

【 0 0 3 1 】

なお、高い成膜速度を得るために、電力印加電極 2 0 1 と基板 1 0 1 の距離は 15mm とした。

【 0 0 3 2 】

比較例として、図 8 に示すように表面が平坦な電力印加電極 8 0 1 を用い、実施例 1 と同様に、帯状基板 1 0 1 にアモルファスシリコン薄膜を形成した。

【 0 0 3 3 】

図 5 に、比較例で得られた薄膜の膜厚を等厚線で表現した模式図を示す。比較例では、ガス流れ方向だけでなく、ガス流れに垂直な基板幅方向にも膜厚のむらが発生していた。これは、図 8 に示すように、基板 1 0 1 が撓むために電力印加電極 8 0 1 と基板 1 0 1 の距離にばらつきが生じてしまう事による。特に、本実施例のように電極－基板間距離が小さくなるとその差が顕著となり、原料ガスも流れ易い部分と流れにくい部分ができてしまうために原料ガス流量に部分的なばらつきが生じる。さらに、電極－基板間距離が変わると成膜速度も変わることになり、それらの結果、成膜速度分布は基板幅方向に大きな分布を持つようになったと考えられる。

【 0 0 3 4 】

図 6 に、本実施例で得られた薄膜の膜厚を等厚線で表現した模式図を示す。ガス流れ方向に対する膜厚のむらはあるが、基板幅方向の膜厚むらがほぼ完全に改善された。

【 0 0 3 5 】

ここで、図 2 のような基板の撓みによる電極－基板間距離のふれと基板幅方向の成膜速度のむらとの相関を調べた。基板と電極の形状が完全に一致することは

なかなか困難であることから、電極の厚さを部分的に変えることで電極－基板間距離の最大値と最小値の比率を変えて薄膜を堆積した。得られた膜の成膜速度のむらとしては、薄膜の任意の点（本実施例では中央とした）でのガス流れ方向に対して垂直方向（基板の幅方向）にある点の、成膜速度の最大値と最小値の差を、当該最小値で乗じることで定義した。図 6 に、電極－基板間距離  $t$  のふれ（最大値  $t_{\max}$  と最小値  $t_{\min}$  の差に対する  $t_{\min}$  の比  $(t_{\max} - t_{\min}) / t_{\min}$ ）に対する、基板幅方向の成膜速度のむら  $r$ （最大値  $r_{\max}$  と最小値  $r_{\min}$  の差に対する  $r_{\min}$  の比  $(r_{\max} - r_{\min}) / r_{\min}$ ）の関係図を示す。この図のように電極－基板間距離のふれが 20 % を超えると、基板幅方向の成膜速度のむらが急激に増えることがわかった。

## 【 0 0 3 6 】

## （実施例 2）

図 3 に、本発明の実施例 2 として用いた電力印加電極および基板の模式的な断面図を示す。図 1 と同様に、基板の搬送方向に対してあるいはガス流れに対して、垂直に切断した断面図である。本実施例では、複数の薄い板を、基板に対して垂直に立てて重ね合わせ、電極固定帯 3 0 3 で束ねた構造のものを電力印加電極 3 0 1 としたものである。なお、薄い板には細長い穴が開いており、その穴を通して電極固定帯の両端で固定された貫通棒で、重なり合った薄い板がばらばらになることが防止されている。また、電力印加電極 3 0 1 を構成する各板部材は基板の搬送方向あるいはガス流れに沿って配設されることが望ましい。

## 【 0 0 3 7 】

このような構成では、成膜プロセスを始める前に、電極 3 0 1 を持ち上げて、基板 3 0 2 に押し付け、電極の 3 0 1 の表面に基板 1 0 1 の撓み形状を写し取る。電極 3 0 1 を構成する板がそれぞれ基板 1 0 1 の面に接するようにずれることで、基板表面形状が写し取られる（図 3（b）参照）。その後、基板表面形状を写し取った状態の電極 3 0 1 の各板部材を固定し、電極 3 0 1 の高さを所望の電極－基板間距離になるまで下げておく（図 3（c）参照）。このような方法により、基板の撓み形状が 2 次元情報として電力印加電極に伝えられる。

## 【 0 0 3 8 】

図 3 に示した電力印加電極 3 0 1 を、図 1 における電力印加電極の部分に適用し、実施例 1 と同様に帯状基板 1 0 1 の上にアモルファスシリコン薄膜を堆積した。なお、電力印加電極 3 0 1 と帯状基板 1 0 1 の距離は 1 5 m m とした。

#### 【 0 0 3 9 】

本実施例でも、実施例 1 と同様に、得られた薄膜の膜厚が均一化された。膜厚の分布は図 6 とほぼ同様であり、基板幅方向の成膜速度を平坦化することができた。本実施例を用いると、いかなる基板でも、簡単に基板の撓みを電極の表面に写し取ることができ、実施例 1 のような特別な形状の電極を作製することなく、薄膜の均一化が比較的容易に実現できる。

#### 【 0 0 4 0 】

##### (実施例 3)

図 4 に、本発明の実施例 3 として用いた電力印加電極および基板の模式的な断面図を示す。図 1 と同様に、基板の搬送方向に対してあるいはガス流れに対して、垂直に切断した断面図である。本実施例では、複数本の柱状部材を、実施例 2 と同様に基板に対して垂直に立てて重ね合わせ、電極固定帯 4 0 3 で束ねた構造のものを電力印加電極 4 0 1 としたものである。さらに、真空容器の外からでも電極 4 0 1 の高さを調節するために、電力印加電極 4 0 1 の下部にガス圧袋 4 0 2 が設けられている。本実施例の電力印加電極 4 0 1 は、複数本の柱状部材を束ねて構成しているため、基板のいかなる撓みでも正確に写し取ることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

このような構成では、真空容器外から、ガス圧袋 4 0 2 に圧縮空気や  $N_2$  などのガスを導入することで、電極 4 0 1 が持ち上がり、基板 1 0 1 の面に、電極 4 0 1 を構成する柱状部材がそれぞれ接するように押し付けられ、電極 4 0 1 の表面に基板 1 0 1 のたわみ形状が写し取られる（図 4 (b) 参照）。その後、基板表面形状を写し取った状態の電極 4 0 1 の各柱状部材を固定し、ガス圧袋 4 0 2 内のガスを排出することで、電極 4 0 1 の高さを所望の電極－基板間距離になるまで下げた（図 4 (c) 参照）。なお、ガス圧袋は絶縁性の耐熱性材料とし、電極－基板間距離は、真空容器側面に設けられた覗き窓から確認しながら調節した。



## 【 0 0 4 2 】

図 4 に示した電力印加電極 4 0 1 を、図 1 における電力印加電極 1 0 6 の部分に適用し、実施例 1 と同様に帯状基板 1 0 1 の上にアモルファスシリコン薄膜を堆積した。なお、電力印加電極 4 0 1 と帯状基板 1 0 1 の距離は 1 0 m m とした。

## 【 0 0 4 3 】

本実施例では電極－基板間距離が実施例 1 および実施例 2 よりも小さく、成膜速度の基板幅方向のむらが発生し易いが、実施例 1 および実施例 2 と同様に、得られた薄膜の膜厚が均一化され、基板幅方向の成膜速度を平坦化することができた。基板の撓みは、搬送時の張りの強さや基板の材質、そして加熱温度によって変わってくるが、本実施例を用いると、いかなる基板でも、成膜条件に近い状態で、正確に基板の撓みを電極の表面に写し取ることができる。そのため、実施例 1 のような特別な形状の電極を作製することなく、薄膜のさらなる均一化が比較的容易に実現できる。

## 【 0 0 4 4 】

また、ガス圧袋 4 0 2 によって電極 4 0 1 の裏側に隙間がなくなり、電極－基板間距離を変えながらも、電極裏側の異常放電やポリシラン粉（ダスト）の発生が抑制された。

## 【 0 0 4 5 】

## 【発明の効果】

以上説明したとおり本発明では、真空室内で、電力印加電極と、該電力印加電極に対向して配置された電極となりうる基板との間の放電空間にプラズマを発生させて、真空室内に導入される原料ガスを分解し、基板上に堆積膜を形成させる堆積膜形成装置において、基板の湾曲に合わせて電力印加電極の表面形状を変えて、電極－基板間距離を一定にすることで、得られる薄膜の成膜速度の基板幅方向分布を均一化することができ、太陽電池などの薄膜デバイスの低コスト化および大面積化が可能になり、量産性が飛躍的に高まる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の実施の形態による堆積膜形成装置を示す概略断面図である。

【図 2】

本発明の実施例 1 として用いた電力印加電極および基板の模式的な断面図である。

【図 3】

本発明の実施例 2 として用いた電力印加電極および基板の模式的な断面図である。

【図 4】

本発明の実施例 3 として用いた電力印加電極および基板の模式的な断面図である。

【図 5】

本発明に対しての比較例で得られた薄膜の膜厚を等厚線で表現した模式図である。

【図 6】

本発明の実施例 1 で得られた薄膜の膜厚を等厚線で表現した模式図である。

【図 7】

電極－基板間距離  $t$  のふれ（最大値  $t_{\max}$  と最小値  $t_{\min}$  の差に対する  $t_{\min}$  の比  $(t_{\max} - t_{\min}) / t_{\min}$ ）に対する、基板幅方向の成膜速度のむら  $r$ （最大値  $r_{\max}$  と最小値  $r_{\min}$  の差に対する  $r_{\min}$  の比  $(r_{\max} - r_{\min}) / r_{\min}$ ）の関係図である。

【図 8】

従来からの一般的な堆積膜形成装置に用いられた電力印加電極および基板の模式的な断面図である。

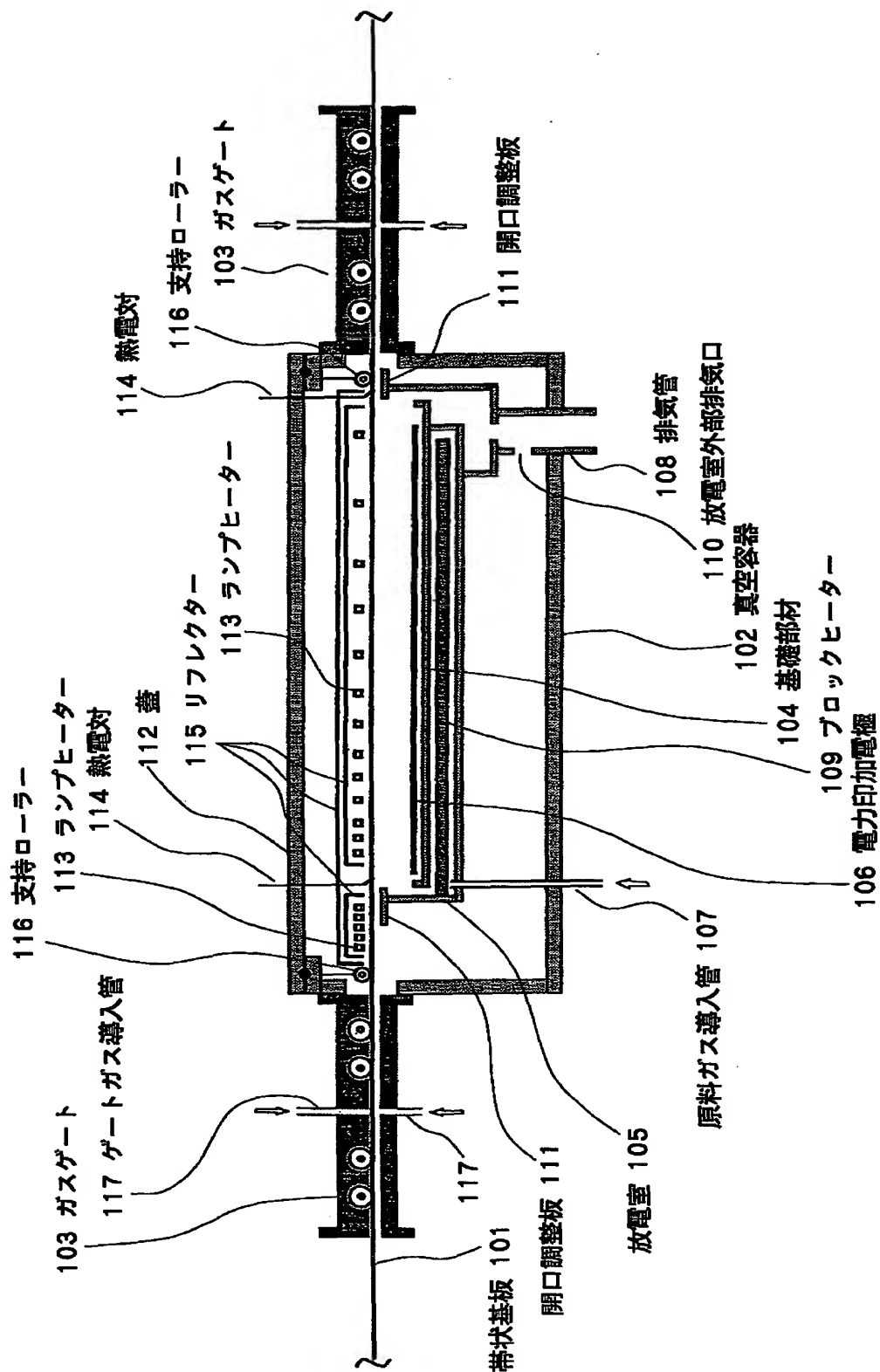
【符号の説明】

- 1 0 1     帯状基板
- 1 0 2     真空容器
- 1 0 3     ガスゲート
- 1 0 4     基礎部材
- 1 0 5     放電室

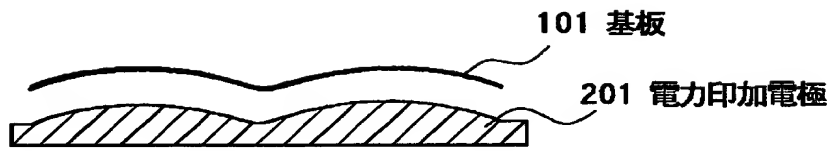
- 1 0 6、2 0 1、3 0 1、4 0 1      電力印加電極
- 1 0 7      原料ガス導入管
- 1 0 8      排気管
- 1 0 9      ブロックヒーター
- 1 1 0      放電室外部排気口
- 1 1 1      開口調整板
- 1 1 2      蓋
- 1 1 3      ランプヒーター
- 1 1 4      熱電対
- 1 1 5      リフレクター
- 1 1 6      支持ローラー
- 1 1 7      ゲートガス導入管
- 3 0 3、4 0 3      電極固定帯
- 4 0 2      ガス圧袋

【書類名】 図面

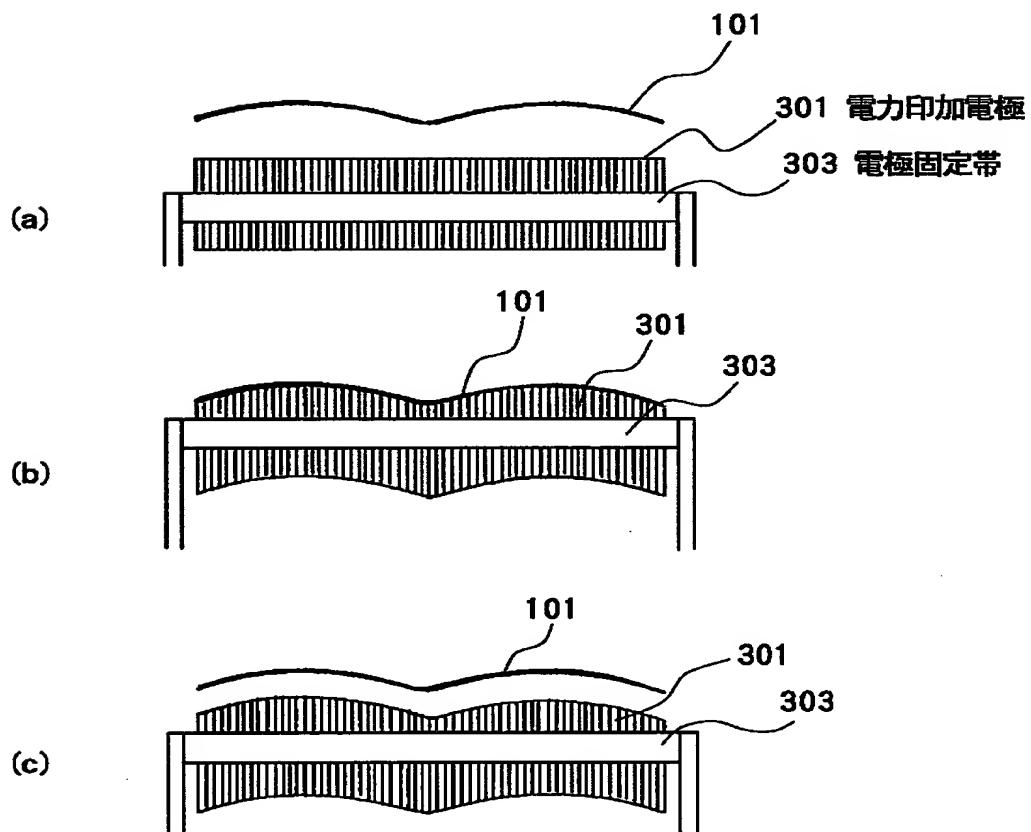
【図 1】



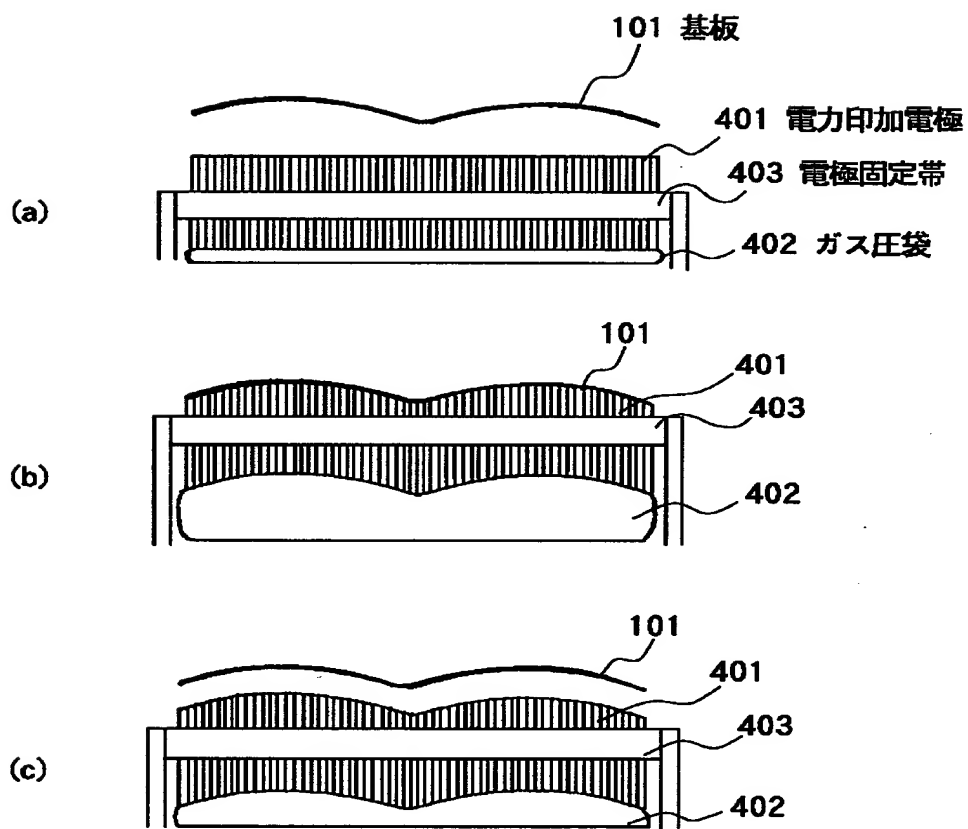
【図 2】



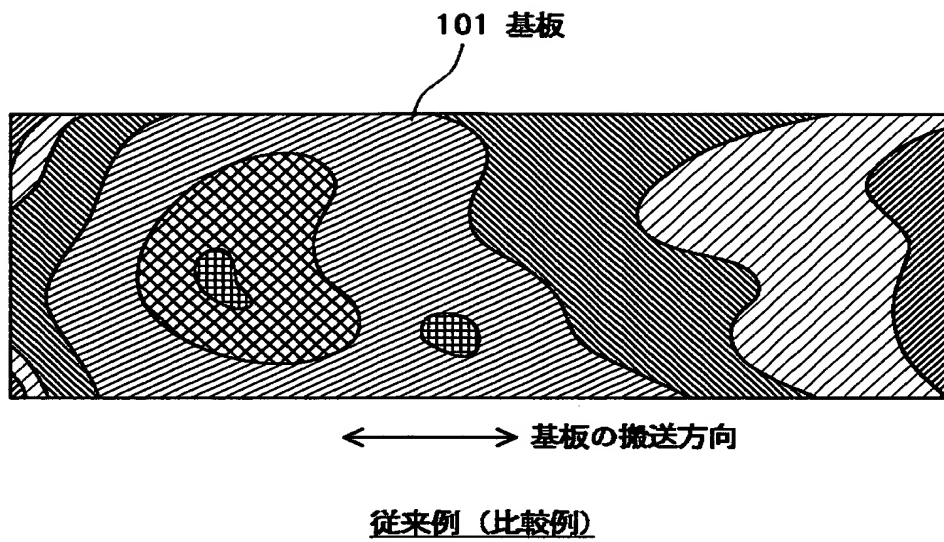
【図 3】



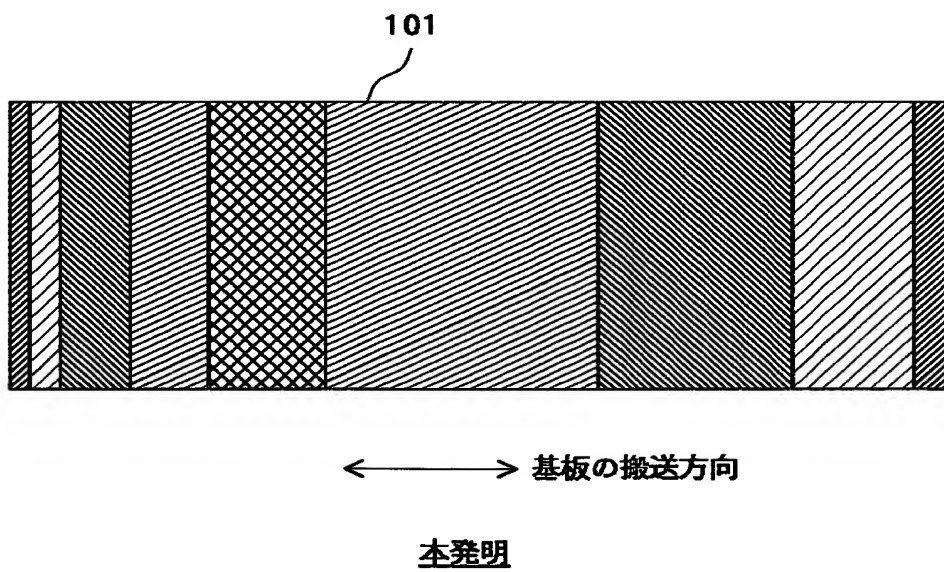
【図 4】



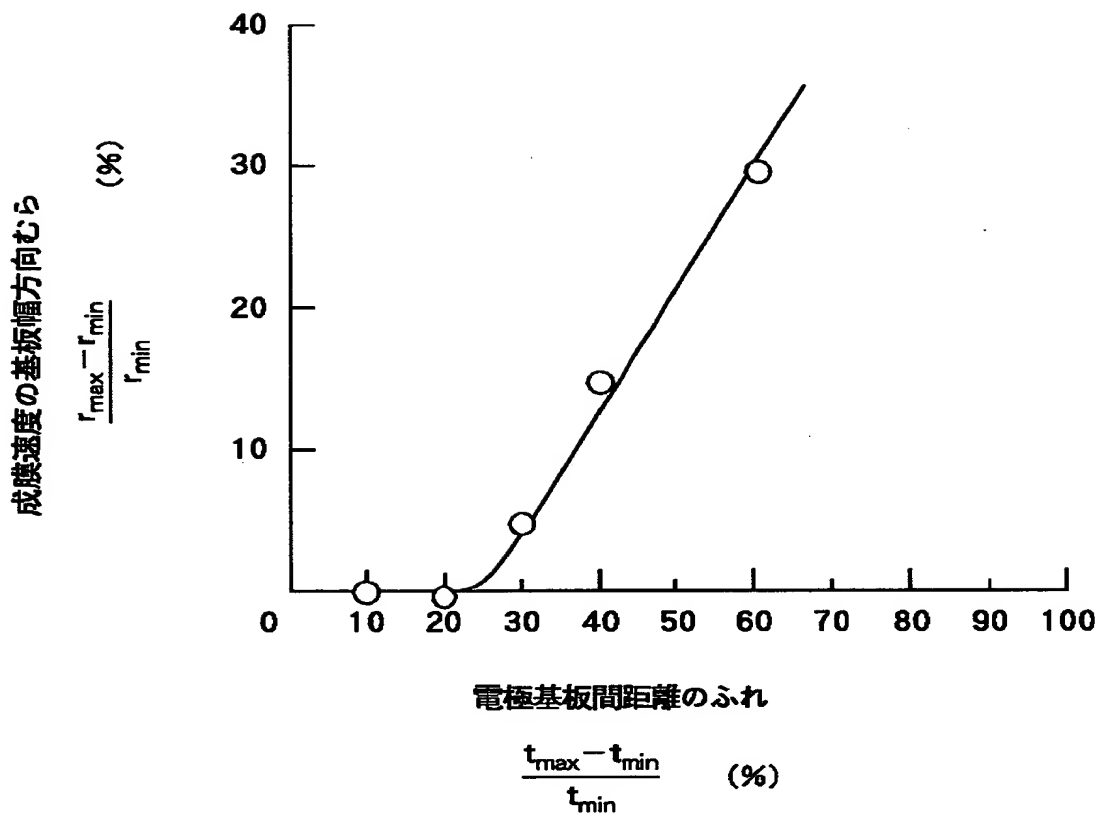
【図 5】



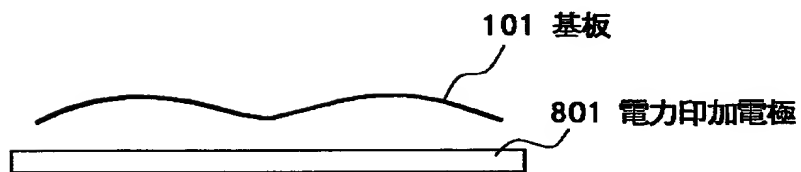
【図 6】



【図 7】



【図 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Roll To Roll方式の堆積膜形成装置において、成膜速度を高めるために電極－基板間距離を縮めても、基板幅方向に膜厚が均一な薄膜が得られることにある。

【解決手段】 予め測定した基板 1 0 1 のたわみに合わせて電力印加電極 2 0 1 の厚さを部分的に変えることで、電極－基板間距離が一定の値になるようにしている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社